

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-135037

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和61年(1986)6月23日

H 01 J 37/317  
H 01 L 21/265

7129-5C  
6603-5F

審査請求 未請求 発明の数 2 (全5頁)

⑮ 発明の名称 イオン照射装置およびイオン照射方法

⑯ 特 願 昭59-258009

⑰ 出 願 昭59(1984)12月6日

⑱ 発 明 者 山 下 一 博 門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
⑲ 発 明 者 野 村 登 門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
⑳ 出 願 人 松下電器産業株式会社 門真市大字門真1006番地  
㉑ 代 理 人 弁理士 中尾 敏男 外1名

明 細 書

1、発明の名称

イオン照射装置およびイオン照射方法

2、特許請求の範囲

- (1) フィラメント、このフィラメントに電流を供給するための電源、アーク放電を起こすための電源、ガスイオン源を供給するガス導入部とからなるイオン発生放電室と、引き出し電源と、この引き出したイオンを照射する前記放電室と分離した照射室と、前記照射室内に被照射物を保持する試料台と、イオン照射後に、前記放電室内に付着したガス成分を、前記放電室内のガス成分と反応する活性ラジカルを有するプラズマを発生せしめて蒸発させることにより、放電室内をクリーニングすることを特徴とするイオン照射装置。
- (2) プラズマにより放電室をクリーニング中に、放電室を加熱することにより、付着成分の蒸発を促進させることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のイオン照射装置。
- (3) 第1のガス導入部から照射用の第1のイオン

のイオン源となる第1のガスを放電室内に導入し、前記放電室と分離した照射室内に設置された被照射物に前記第1のイオンを照射する工程と、前記第1のガス導入部を閉じ、第2のガス導入部から、前記放電室内に付着した前記第1のガス成分と反応する第2のガスを前記放電室に導入し、前記放電室内にプラズマを発生させて前記第1の成分と第2のガスを反応させ、この反応で生成した生成物を前記放電室内から除去する工程と、前記第2のガス導入部を閉じ、前記第1のガスと異なる照射用の第2のイオンのイオン源となる第3のガスを前記放電室内に導入し、前記被照射物に前記第2のイオンを照射する工程とを備えたことを特徴とするイオン照射方法。

(4) 被照射物を照射室内に保持した状態でクリーニングすることを特徴とする特許請求の範囲第3項記載のイオン照射装置。

(5) プラズマがラジカルを有することを特徴とする特許請求の範囲第3項記載のイオン照射方法。

(6) 生成物の除去に際し、放電室を加熱すること

を特徴とする特許請求の範囲第3項記載のイオン照射方法。

(7) 第1のガスが不純物イオン源と薄膜形成イオン源とを含むことを特徴とする特許請求の範囲第3項記載のイオン照射方法。

(8) 第1のガスがSiを含む、第2のガスが $CF_4$ と $O_2$ を含み、生成物が $SiF_4$ および $CO_2$ である特許請求の範囲第3項記載のイオン照射方法。

(9) イオン照射時と、放電室内クリーニング時のイオン引き出し電圧を具にすることを特徴とする特許請求の範囲第3項記載のイオン照射方法。

### 3、発明の詳細な説明

#### 産業上の利用分野

この発明はイオン照射における放電室内のクリーニングに関するものである。

#### 従来の技術

従来、イオン照射装置は、その使用目的上、放電室内のクリーニングについては特に開発されていない。たとえば、Si基板への不純物を注入するイオン注入装置等においては質量分析器を有し

照射後、照射室と別体の放電室内に付着したガス成分と反応する活性ラジカルを有するプラズマを発生せしめて、付着したガス成分を蒸発させることにより、放電室内をクリーニングする方法および装置を提供ものである。

#### 作 用

本発明は上記に述べたように、放電室内に発生せしめたプラズマにより、放電室内をクリーニングすることから、放電室を解体する必要がないため、クリーニングが容易であり、短時間にクリーニングが出来、さらに被照射物を保持したまま半導体製造におけるイオン照射工程において極めて好都合となる。

#### 実施例

第1図は本発明で用いられたイオン照射装置の一実施例である。1は放電室部、2は放電室と分離されたイオン照射室であり、放電室1内の真空度はガス導入時、 $1 \sim 10^{-1}$  Torrから $1 \times 10^{-3}$  Torr、照射室2内の真空度は $8 \times 10^{-5}$  Torrである。3は放電室1内に形成されるイオンを引き出し加

えているため、目的とするイオン種のみを引き出し注入する事が出来る上、使用ガスイオン源も装置固有のものであったため、放電室内のクリーニングは、一定期間の装置使用後に放電室を解体して機械的、化学的手段により行う方法のみが用いられていた。

#### 発明が解決しようとする問題点

しかしながら、質量分析器を有していない小型のイオン照射装置では、質量分析器を有していないために、イオン源を変更するたびに、前のガスイオンの残留物がプラズマ中に混入してしまい、不純物の導入や薄膜形成途中でのイオン注入量の制御が困難であった。また、これを避けるためには、イオン源を変えるたびにイオン源を解体し、掃除等のメンテナンスを行なう必要があるが、メンテナンスに長時間を要すると同時に、装置が大型化するなど、半導体装置の製造等において不都合であった。

#### 問題点を解決するための手段

本発明は、上記問題点を解決するため、イオン

速する引き出し電極であり、8は引き出し電源である。5は熱電子を放出しグロー放電を起こすためのフィラメント、6はフィラメント5に電流を供給するための電源であり、7はアーク放電を起こすための電源である。4(4a~4e)はイオン源となるガスを放電室1に供給するためのガスバルブ、9はウェハ(半導体基板)を保持する試料ホルダである。10はイオン注入がされるウェハ(半導体基板)、11はバルブ、12は主排気系である。13はSi蒸発源、14は仕切弁である。4a、4bはクリーニング用ガス導入バルブ、4cはSiイオン照射用のガス導入バルブ用、4dはボロンイオン注入用の $BF_4$ ガス導入用バルブ、4eはリンイオン注入用の $PH_3$ ガス導入バルブである。

上記装置により、たとえばボロンイオン注入とSiのイオン照射を同時に行うには、最初主排気系12により $1 \times 10^{-6}$  Torrまで真空を引き、ガス導入バルブ4cおよび4dを開け $8 \times 10^{-5}$  Torrの真空度になるように $SiF_4$ および $BF_4$ ガスを

放電室1内に導入する。フィラメント5に電流を流し、アーク電圧を加えて放電室1内にプラズマを発生させる。その後引き出し電極3に30KVの電圧を印加し、イオンを引き出し、加速して照射室2内のウェハ10にボロンイオンの注入を行い、同時にSi<sup>+</sup>イオンの照射によりウェハ10表面の改質を行う。なお、このとき照射室2内にSi<sup>+</sup>蒸発源13を設け、表面改質と同時にSi<sup>+</sup>薄膜を形成してもよい。

たとえば、第2図、第3図に示すように、所定のパターンが形成されたSi<sup>+</sup>ウェハ10に、不純物イオン注入およびSi<sup>+</sup>イオンを照射する場合のCMOSへの応用例を説明する。20はフィールド絶縁膜、21はゲート酸化膜、22はゲート電極でたとえばシリコンあるいはW、Moまたはこれらのシリサイドよりなる高融点金属ゲート電極である。ゲート電極の周辺には酸化物40が形成されている。23はウェル、24はゲートパターン用レジストパターン、25はイオン注入、照射用のレジストパターンである。すなわち、第2図

で放電室1内および引き出し電極3、フィラメント5等に付着したボロンおよびSi<sup>+</sup>を含むガス成分を除去する。すなわち、前記イオン照射後はガス導入バルブ4cおよび4dを閉じ、プラズマの発生を止めるのであるが、放電室1内には、不要物が付着している。したがって、この状態で別のイオン種をウェハ10に照射する時は、放電室1内に付着した原子が、プラズマにさらされて再びイオン化するため目的とするイオン種以外のイオンが試料(ウェハ10)に照射される。それ故、イオン照射後は、放電室等に付着した不要ガス成分を除去する必要がある。

以下、前記不要付着物のクリーニング方法について詳細に説明する。

次表はイオン照射時と放電室クリーニング時のプラズマ発生条件の一例を示すものである。

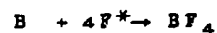
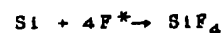
|        | イオン照射  | 放電室クリーニング                           |
|--------|--|-------------------------------------|
| 放電室ガス圧 | $1 \times 10^{-1} \sim 10^{-5} \text{ Torr}$ | $10^{-1} \sim 10^{-5} \text{ Torr}$ |
| 引き出し電圧 | 10KV~40KV                                    | 0または浮遊状態                            |
| 照射室内圧力 | $8 \times 10^{-5} \text{ Torr}$ 前後           | $8 \times 10^{-5} \text{ Torr}$ 以下  |

の状態において、前述したように、ボロンイオン(B<sup>+</sup>/I<sup>+</sup>)注入とSi<sup>+</sup>イオン照射を、レジストパターン24, 25をマスクとして行う。この工程のSi<sup>+</sup>イオン照射により、Si<sup>+</sup>ウェハ10のコンタクト部分26がアモルファス状になり、コンタクト部分を高活性化しコンタクト抵抗を下げるができる。このとき、ボロンイオン注入領域(ソース、ドレイン)が形成される。さらに、このとき、Si<sup>+</sup>蒸発源13からSi<sup>+</sup>を蒸着させることにより、コンタクト部分に第3図に示すSi<sup>+</sup>コンタクト柱27を薄膜状に形成することができる。

この方法では、Si<sup>+</sup>による表面改質のため、ソース、ドレイン領域とコンタクト柱27とのコンタクト抵抗は極めて低く、アモルファス状にコンタクト柱27が形成されるため、グレインバウンダリーがなく、低温度での熱処理によりコンタクト柱27を固相成長させて結晶化ができ、良質なコンタクトが得られる。また、このとき、ソース、ドレイン領域28, 29の活性化が行われる。

次に、後のリンイオン注入のために、前記工程

第1図のイオン照射装置において、イオン照射を行った後、バルブ4を切り替えすなわちバルブ4c, 4dを閉じてバルブ4a, 4bを開いてCF<sub>4</sub>とO<sub>2</sub>ガスを放電室1内に流入させる。その時の放電室のガス圧は、 $10 \times 10^{-5} \text{ Torr}$ 前後であり引き出し電極3の電圧は0または浮遊状態である。その後、フィラメント5に電流を流し放電を起し、放電室1内をプラズマで満たす。放電室1内に形成されたプラズマはF<sup>+</sup>ラジカルを有するため放電室1内に付着していたSi<sup>+</sup>原子と反応して、SiF<sub>4</sub>を生成し蒸発する。またボロンも反応してBF<sub>4</sub>を生成し蒸発する。一方、酸素は、CF<sub>4</sub>の分解生成物である炭素をCO<sub>2</sub>に変えて蒸発させる。以下にその反応式を示す。



そして数分間、放電を起した後、フィラメント電流をゼロにし、ガスバルブ4c, 4bを閉じて放電を停止する。この際、放電室1を、ヒータ

一(図示せず)により加熱させる事により、蒸発をより促進させる事も出来る。生成した $\text{SiF}_4$ ,  $\text{BF}_4$ ,  $\text{CO}_2$ は主排気系12から排出され、放電室1内および電極3、フィラメント5等のクリーニングがなされる。

なお、酸素を用いたクリーニングの場合は、フィラメント5が酸化し、フィラメント5の寿命が短くなるため、クリーニングには放電室1に別のフィラメントを設置しこれを使用するのが望ましい。

しかるのち、バルブ4c, 4eを開き、 $\text{SiF}_4$ および $\text{PH}_3$ を放電室1内に導入する。前述の工程と同様に、Pウェル23に、NチャネルMOSトランジスタを形成する。すなわち、レジストパターン30を形成し、Siイオン照射およびP(リン)イオン注入を行い、またSi蒸着を行うことによりN型ソース、ドレイン領域およびその上にコンタクト柱を形成する。

なお、ガロン、リンのイオン注入と、表面改質のためのSiイオン照射は別工程で行ってもよい。

オン源にもこのクリーニング方法が実施出来る事は明らかである。また同時に、あらゆるイオン種に対しても、プラズマによるクリーニング方法は実施出来る。そしてこのプラズマによるクリーニング方法は容易であるために、イオン照射後但ちに行う事により、放電室内に残留する不要成分がないため付着物による異常放電が生じない故、本来の装置のメンテナンス期間も長くする事が出来る。

#### 発明の効果

以上述べてきたように、本発明によれば、照射室と分離した放電室部を解体せずにクリーニングが行えるので容易であり、1台のイオン照射装置で、多種のイオンを照射する事が可能となるとともに、装置のメンテナンス期間も長引かせる事が出来、処理枚数も多くでき、超LSIの製造に大きく寄与するものである。

#### 4、図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例で用いられたイオン照射装置の概略断面図、第2図、第3図は本発明の

この場合は、適当に前記クリーニングを行えばよい。さらに、Siの蒸着による薄膜形成は、必要に応じて実施すればよいとともに、この工程はイオン注入、照射とは独立に行ってもよいことは当然である。

また、放電室1と照射室2間の仕切弁14は、イオン照射時は開いておき、クリーニング時にはほぼ閉じた状態にすればよい。この仕切弁14は、照射室2が充分に高真空の場合や半導体基板10を取り出した状態でクリーニングする場合はなくともよい。なお、前述した実施例のごとく、基板10を照射室2内に保持したままクリーニングすると、基板の出し入れの必要がなく単位時間当たりの基板の処理枚数を大きくすることができ、半導体装置の製造におけるイオン照射工程に好都合である。

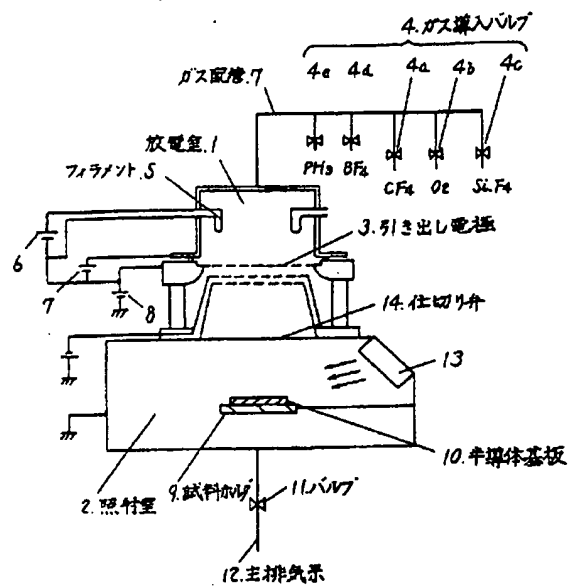
以上本発明の実施例として、第1図に示すハケット型イオン源を用いた場合の放電室内のクリーニング方法について説明したが、その他のイオン源つまりカウフマン型、ECR型等のあらゆるイ

一実施例のCMOSにおけるイオン照射工程断面図である。

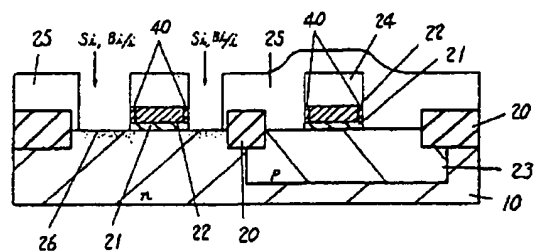
1……放電室、2……照射室、3……引出し電極、4……ガスバルブ、5……フィラメント、6……フィラメント電源、7……アーク電源、8……引き出し電源、9……試料ホルダー、10……ウェハ。

代理人の氏名 弁理士 中 尾 敏 男 ほか1名

第 1 题



第 2 圖



第 3 图

